

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2018

Elizaveta Vlasova



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Vlasova	Jméno: Elizaveta	Osobní číslo: 440819
Zadávací katedra: k126		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Ekonomika a řízení ve stavebnictví		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Tvorba metodiky specifikace požadavků na informační modely z pozice zhotovitele stavby se zaměřením na konstrukční vrstvy vozovek	
Název bakalářské práce anglicky: Methodology for specification of requirements on information models from contractor perspective with focus on road construction layers	
Pokyny pro vypracování: <ul style="list-style-type: none">- Úvod do problematiky, vysvětlení problému, teoretický postup řešení, stanovení cílů, specifikace řešené oblasti- Identifikace požadovaných informací na model z hlediska zhotovitele stavby v rámci řešené oblasti- Interpretace identifikovaných informací a případné rozšíření o upřesňující kritéria- Zobecnění získaných poznatků v podobě obecně aplikovatelné metodiky- Závěr, vyhodnocení cílů, diskuze	
Seznam doporučené literatury: Zajíček a kol.: Technologie stavby vozovek, INFORMAČNÍ CENTRUM ČKAIT s.r.o., 2014, ISBN 978-80-87438-59-6. EASTMAN, C. BIM Handbook. 2. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2011. ISBN 978-0-470-54137-1. Konceptce zavedení metody BIM v ČR, MPO, 2017	
Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Petr Matějka, Ph.D.	
Datum zadání bakalářské práce: 20.2.2018	Termín odevzdání bakalářské práce: 27.5.2018 <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

ČESTNÉ PROHLAŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pouze za odborného vedení vedoucího bakalářské práce Ing. Petra Matějky, Ph.D.

Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne

.....

Elizaveta Vlasova

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych zde poděkovala vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Matějkovi, Ph.D. za jeho cenné rady, trpělivost a čas věnovaný konzultacím.

Dále bych chtěla poděkovat Ing. Ondřeji Jurkaninovi a Ing. Pavlu Vaškovi za poskytnutí odborných konzultací v oblasti nabídkové přípravy.

V Praze dne

.....

Elizaveta Vlasova

**Tvorba metodiky specifikace požadavků na informační modely z
pozice zhotovitele stavby se zaměřením na konstrukční vrstvy
vozovek**

**Methodology for specification of requirements on information
models from contractor perspective with focus on road
construction layers**

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá specifikací požadavků na informační model z pozice zhotovitele stavby. Cílem je tvorba a zobecnění metodiky vypracování požadavků na vlastnosti informačního modelu. V teoretické části je zjednodušeně prezentována koncepce BIM a vysvětlen problém integrace informačního modelování staveb do dopravního stavitelství, zejména do oblasti nabídkové přípravy. V praktické části byl vytvořen systém vzájemně propojených tabulek, které představují jednu z teoretických možností specifikace požadavků na informační model, jejichž výsledky byly zobecněny v podobě obecně aplikovatelné metodiky. Získané poznatky mohou sloužit jako podklad pro následnou analýzu odborníkem na BIM z hlediska uplatňování v praxi.

Abstract

The bachelor thesis deals with the specification of information model requirements from contractor's perspective. The aim of the thesis is to try to create and generalize the methodology of elaborating requirements for setting up an information model. In the theoretical part the concept of BIM is presented in a simplified manner and explained the problem of integration of information modeling of buildings into transport engineering and especially in the field of bid preparation. In the practical part a system of interconnected tables was created which together represent one of the theoretical possibilities of specifying information model requirements whose results were generalized in the form of generally applicable methodology. The lessons learned could serve as the basis for a BIM expert's analysis for the application in practice.

Klíčová slova

Informační modelování staveb, dopravní stavitelství, konstrukční vrstvy vozovek, specifikace požadavků, proces nabídkové přípravy, oceňování projektů dopravních staveb, soupis prací.

Key words

Building information modelling, road construction, road construction layers, specification of requirements, bid preparation process, cost estimation for road construction projects, jobs list, bill of quantity

Obsah

Úvod.....	1
Stanovení cílů práce	2
1. Specifikace řešené oblasti	3
2. Úvod do BIM	4
3. Problematika BIM v dopravním stavitelství	9
4. Nabídková příprava a BIM	10
5. Vozovka a její konstrukční vrstvy	12
5.1. Členění konstrukčních vrstev vozovky podle funkce	12
5.2. Stavební směsi a konstrukční vrstvy	13
6. Vysvětlení problému	18
7. Identifikace požadovaných informací na informační model	19
7.1. Vymezení objektu analýzy	19
7.2. Řešení problému, vysvětlení metodiky práce.....	19
7.3. Interpretace doplňujících informací	26
8. Zobecnění získaných poznatků	29
8.1. Metodika pro identifikace požadovaných informací.....	30
Závěr.....	31
Vyhodnocení cílů	32
Diskuze.....	33
Seznam použité literatury	34
Seznam tabulek	36
Seznam obrázků	37
Seznam použitých zkratk.....	38
Seznam příloh.....	40

Úvod

Metodicky se práce zaměřuje na identifikaci požadovaných informací informačního modelu z pozice zhotovitele stavby. Zhotovitel je jeden z nejdůležitějších přímých účastníků výstavby, proto by práce s informačním modelem měla být pro něj již v současné době zásadní. Průzkum v dané oblasti by mohl uspišit implementaci používání informačního modelu do běžné praxe zhotovitele.

V první kapitole je popsána specifikace řešené oblasti, týkající se náplně bakalářské práce. Řeší se zde možnost vylepšení procesu nabídkové přípravy v dopravním stavitelství pomocí použití informačního modelu, zejména kalkulace nabídkové ceny, se zaměřením na konstrukční vrstvy vozovek. Dále je zjednodušeně prezentována koncepce Informačního modelování budov (dále jen BIM), popsán obsah informačního modelu, objasněna problematika vícerozměrného modelování. Následující kapitola se týká problematiky BIM v dopravním stavitelství, a to po vstoupení v účinnost nového zákona o zadávání veřejných zakázek, ve kterém je poprvé zmíněn informační model.

Další kapitola rozebírá proces nabídkové přípravy, zejména kalkulace nabídkové ceny a vysvětluje přínosy práce s informačním modelem pro zhotovitele staveb při přípravě nabídek. Rovněž jsou v teoretické části práce uvedeny druhy konstrukčních vrstev vozovek, jejich členění podle funkce, jsou popsány materiály stavebních směsí konstrukčních vrstev a zmíněny způsoby jejich provedení.

Úvodem pro praktickou část slouží kapitola 6. Vysvětlení problému, ve které je vysvětlena aktuálnost daného tématu a popsány současné problémy, týkající se dané látky. V praktické části je provedena identifikace požadovaných informací na informační model pomocí případové studie v podobě tvorby systému vzájemně propojených tabulek. Výsledky z analyzovaných tabulek jsou zobecněny v podobě obecně aplikovatelné metodiky.

V závěru jsou popsány dosažené výsledky a vyhodnoceny stanovené cíle. V kapitole 10. Diskuze jsou navržena případná rozšíření daného tématu a diskutuje se zde o výsledcích, ke kterým se dospělo při zkoumání daného problému. Výstupy bakalářské práce mohou sloužit jako podklad pro analýzu vymezených požadavků odborníkem na BIM z hlediska informačního modelování.

Stanovení cílů práce

1.cíl: specifikovat požadavky na informační model

Cílem bakalářské práce je na základě teoretické rešerše specifikovat a kategorizovat požadované informace na obsah informačního modelu z pohledu kalkulanta, ne však z pohledu odborníka na informační modelování, za účelem vymezení údajů potřebných pro kalkulanta k vypočtení nabídkové ceny projektu.

2.cíl: zobecnit získané poznatky v podobě obecně aplikovatelné metodiky

Dalším cílem je vytvořit a zobecnit metodiku vypracování požadavků na nastavení informačního modelu pro následující uplatnění i na jiné druhy staveb na základě vytvořené specifikace.

Použitá metoda: případové studie

Pro identifikaci požadovaných informací je zvolena metoda kvalitativního výzkumu – případové studie, pro detailnější průzkum konkrétního případu za účelem zobecnění a aplikace získaných poznatků v jiných případech.

Použitá metoda: zobecnění, generalizace

Pro aplikovatelnost získaných poznatků byla použita logická metoda generalizace, zobecnění, spočívající v rozšíření poznatků a závěrů získaných z výběrového případu na celou oblast.

1. Specifikace řešené oblasti

Kapitola vymezuje řešenou oblast z několika aspektů. Definuje fázi životního cyklu stavby a odvětví stavebního průmyslu, ve kterých se pohybuje výzkum práce. Rovněž v kapitole popisuje význam specifikace požadavků na informační model z pozice dopravního stavitelství a zejména z pohledu zhotovitelů staveb, z pozice legislativní podpory v současném období a z pozice českého trhu.

Specifikace požadavků z hlediska životního cyklu stavby

Bakalářská práce je zaměřena na část realizace v investiční fázi životního cyklu stavby (viz Obrázek 1), zejména na etapu výběrového řízení na zhotovitele, tj. zpracování a podání nabídky (1). V rámci zpracování nabídky se v práci rozebírá pouze výpočet nabídkové ceny kalkulantom pomocí využití nástrojů BIM.



Obrázek 1: Fáze životního cyklu stavby (zdroj: (2))

Definice a význam výběru odvětví stavebního průmyslu

Pro účely bakalářské práce bylo vybráno odvětví dopravního stavitelství, zejména oblast silničního stavitelství. Vzhledem k tomu, že oblast silničního stavitelství je velice rozsáhlá, je bakalářská práce zaměřena pouze na analyzování konstrukčních vrstev vozovek. Nicméně, cílem je zobecnění získaných poznatků pro následující aplikování i v jiných oborech stavebnictví.

Dopravní stavby jsou podstatnou součástí oboru stavebnictví každého státu. V České Republice však tento obor není dostatečně digitalizován (3). Čím podrobněji bude propracována standardizace a obecné požadavky na model, tím se zrychlí a zjednoduší proces zpracování nabídek (2).

Význam specifikace požadavků z pozice zhotovitele stavby

Nejčastěji používaným dodavatelským systémem pro dopravní stavby v České republice je tzv. Design-Bid-Build (dále jen DBB) systém. Základním principem DBB systému je rozdělení dodávky projektové dokumentace a její realizace různým dodavatelům, tedy investor uzavírá dvě smlouvy o dílo: s projektantem a se zhotovitelem (4). Vypracování informačního modelu je součástí práce projektanta, případně architekta.

Zavedení standardizovaného procesu informačního modelování, který vychází od investora a zahrnuje projektanta i zhotovitele a vrací se zpět k investorovi nebo provozovateli díla, je nejpodstatnější činností pro rozvoj informačního modelování v blízké budoucnosti.

Význam z pozice legislativní podpory

V současné době oficiální standardizace neexistuje. Veškeré existující předpisy nemají legislativní podporu. Do jisté míry je standardizace dána tím, jak vypadá už zpracovaná projektová dokumentace. To znamená, že důraz je především kladen na grafické požadavky, tj. na vnější podobu stavby. Bohužel se zatím vůbec nepočítá s tím, že by fakticky projektová dokumentace měla obsahovat informace, které jsou vázány na stavební objekty v informačním modelu, ne však naopak. Tudíž v současné době chybí legislativní podpora zejména v podobě standardizace daných informací.

Význam specifikace z hlediska trhu

Z důvodu omezeného rozsahu bakalářské práce je řešen pouze trh České republiky, a to z důvodu velké odlišnosti zahraničních trhů. V zahraničí je především odlišný oceňovací systém stavebních prací. Pro účely bakalářské práce by zkušenosti ze zahraničí nebyly přínosné. Daný aspekt by však mohl sloužit jako podklad pro navazující práci ve zkoumané oblasti.

2. Úvod do BIM

Základní filosofií BIM je spolupráce. Lidé s různým zaměřením a úzce profilovanými profesemi spolupracují nad jedním velkým projektem a vzájemně se doplňují. Jejich výstupem je komplexní informační model, zahrnující množství poznatků, které by jeden člověk velmi obtížně a zdlouhavě zpracovával sám. Proto je logické předpokládat, že se spolupráce odborníka na BIM a specialistů z různých oborů stavebnictví týká nejen skutečné

práce na projektu, ale i počáteční fáze, kdy se systém modelování pouze vytváří. Vytváří se např. standardizace, detailizace, legislativa, nastavují se obecné požadavky na modely atd. Vzájemnou spoluprací se dá dosáhnout daleko lepších výsledků v rozvíjení informačního modelování a jeho přiblížení k běžnému užívání v praxi.

Základní informace o BIM

Níže jsou uvedeny čtyři definice informačního modelování staveb. Zdroje jsou převzaty jak z české odborné literatury, tak i ze zahraniční.

BIM dictionary definuje BIM jako:

„Informační modelování staveb (BIM) je sestava technologií, procesů a metod umožňující zainteresovaným subjektům ve spolupráci navrhovat, stavět a provozovat Zařízení ve virtuálním prostředí. Užití termínu BIM v průběhu let ohromně vzrostlo a jedná se nyní o 'současný výklad digitální inovace' napříč stavebním průmyslem.“ (5)

Eastman, Teicholz, Sacks & Liston, autoři příručky „BIM-Handbook“ definují BIM jako:

“With BIM technology, one or more accurate virtual models of a building are constructed digitally. They support design through its phases, allowing better analysis and control than manual processes. When completed, these computer-generated models contain precise geometry and data needed to support the construction, fabrication, and procurement activities through which the building is realized.” (6)

Přeloženo: *“Pomocí technologie BIM je digitálně vytvořen jeden nebo více přesných virtuálních modelů budov. Podporuje se návrh přes jeho fáze, což umožňuje lepší analýzu a kontrolu než u manuálních procesů. Po dokončení jsou tyto modely vytvořené pomocí počítače. Modely obsahují přesnou geometrii a údaje potřebné k podpoře stavebních, výrobních a zakázkových činností, díky nimž je budova realizována.” (6)*

Martin Černý a kolektiv autorů knihy „BIM Příručka“ definují BIM jako:

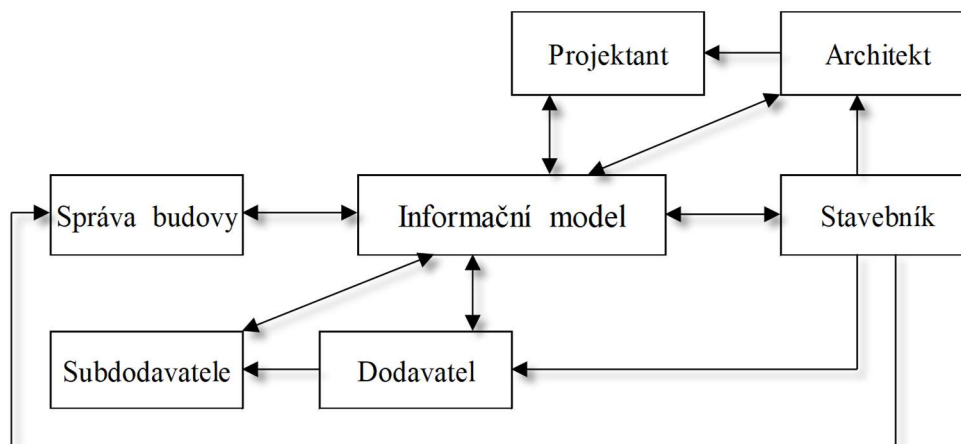
„Informační model budovy (BIM model) si lze představit jako informační databázi, která může zahrnovat kompletní data od prvotního návrhu, výstavby, správy budovy a případné rekonstrukce až po její demolici, včetně ekologické likvidace stavebního materiálu a uvedení staveniště do původního stavu. Tedy veškeré informace využitelné během celého životního cyklu budovy. Do této informační databáze přispívají svým dílem všichni účastníci stavebního procesu. Pro dosažení maximálního přínosu použití BIM metody by žádný z účastníků

stavebního procesu neměl odmítat používat model a přispívat do něj svými výsledky. Tím se efektivita informačního modelování omezuje. Zásadní výhodou tohoto principu spolupráce a přístupu k informacím o budově je spolupráce bez ztráty dat. To neznámá, že musí do modelu všichni vložit všechny své vědomosti a data. Měli by ale sdílet informace, které jsou užitečné pro ostatní účastníky procesu návrhu stavby.“ (7)

V dokumentu „Koncepte zavádění metody BIM v ČR, 2017“ je BIM definován jako:

„Informační model stavby (model BIM) si lze představit jako databázi informací, která může zahrnovat kompletní data od prvotního návrhu, přes výstavbu, správu budovy a případné změny dokončených staveb (rekonstrukce) až po její demolici, včetně ekologické likvidace stavby a uvedení prostoru do původního stavu.“ (2)

Z uvedených definic je zřejmé, že se v případě informačního modelování nejedná pouze o grafickou reprezentaci, ale především se klade důraz na kolektivní vytváření a využívání informačních zdrojů, jak je znázorněno na obrázku 2. Navíc je kladen důraz na vzájemnou spolupráci všech účastníků stavebního procesu ve všech etapách: od investičního záměru po likvidaci.

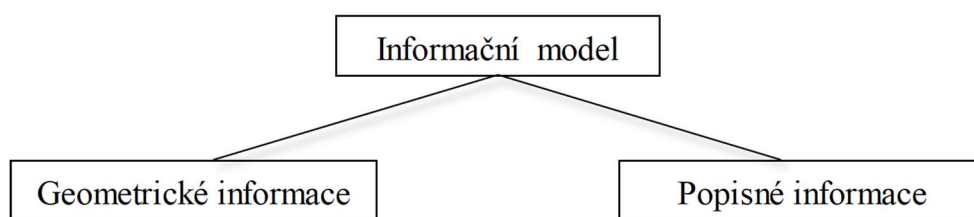


Obrázek 2: Schéma vzájemných vztahů účastníků BIM (Zdroj: vlastní zpracování)

Na tomto místě je dobré podotknout, že předmětem bakalářské práce není pouhé vysvětlení a definování pojmu BIM. Z definic lze pozorovat, že formulace dané koncepce byla vytvořena již mnohokrát. V současné době již by všichni měli být seznámeni s koncepcí BIM a používat ji jako běžnou metodu. Implementace do praxe je však poměrně problematická záležitost. Bakalářská práce se metodicky zaměřuje na přiblížení implementování BIM do běžné praxe.

Geometrické a popisné informace informačního modelu

Obsahem datového souboru pro účely informačního modelování jsou jednak geometrické a jednak popisné informace (viz Obrázek 3), které jsou přesně spojené a jasně strukturované. Z geometrického hlediska by informační model měl obsahovat kompletní obraz stavebního díla v době jejího dokončení, v tzv. budoucím stavu. V případě modernizace nebo rekonstrukce k budoucímu stavu lze přidat tzv. současný stav, který bude odstraněn, případně zdemolován (2).



Obrázek 3: Geometrické a popisné informace informačního modelu (Zdroj: vlastní zpracování)

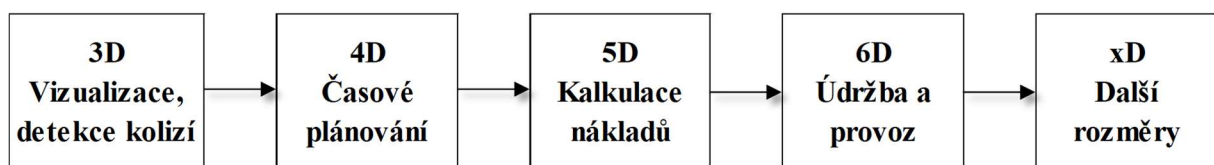
S geometrickými informacemi by měly být spojené popisné informace, které představují vlastnosti objektů, případně časovou informaci o provedení stavebního díla, případně časové rozlišení. Popisné informace by mohly určovat jak kvantitativní, tak kvalitativní charakteristiky stavby, tedy výkazy, popisky, legendy atd. (2). S tímto je spojen neoficiální pojem v informačním modelování tzv. „vícerozměrné“ modelování.

Problematika „vícerozměrného“ modelování

V praxi existuje několik způsobů klasifikace dat informačního modelu. Jedním z nich je tzv. způsob „vícerozměrného“ modelování, pomocí kterého lze názorně představit informační model z hlediska více dimenzí. Jsou to dimenze 4D, 5D, 6D atd. Níže jsou uvedeny jejich stručné popisy:

- **4D** je dimenze, kde se uskutečňuje plánování procesů v čase. Objekty BIM nyní musí mít vlastnosti a klasifikace, které pomáhají projektovému manažerovi sledovat, jak by měla být stavba skutečně provedena krok za krokem. V dimenzi 4D lze simulovat a optimalizovat logistické a časové principy. Také v rámci 4D BIM budou přidány na místo dočasné a stavební práce, vybavení, jako jsou jeřáby, oplocení, lešení, logistický plán a simulace na místě (8);

- **5D** umožňuje určovat náklady na projekt. Dimenze 5D pomáhá vytvářet přesnější kalkulace a výkazy. Lze lépe odhadnout náklady, plánovat čerpání finančních zdrojů, predikovat finanční rizika, analyzovat finanční následky změn projektů (8);
- **6D** se týká provozní fáze a facility managementu, správy majetku, údržby a rekonstrukce. Všechny objekty jsou připraveny s odkazy na dokumentaci týkající se provozu, údržby a pokynů krok za krokem. Informační model v 6D dimenzi se dá používat až po demolici objektu (8);
- **xD** předpokládá rozšíření informačního modelu o údaje dalších rozměrů, jakož jsou například udržitelnost staveb, energetická náročnost staveb, plánování emisí CO₂ a mnoho dalších (7).



Obrázek 4: BIM: koncepce „vícerozměrného“ modelování (Zdroj: vlastní zpracování, (8))

Rozdělování problematiky na „vícerozměrné modelování“ je sice zjednodušené, ale není zcela ustáleno. V kontextu řešené oblasti, která je specifikována v kapitole 1. Specifikace řešené oblasti, je možné z uvedených definic vzít v úvahu určitou část, a to část 5D. V rámci dané dimenze se jedná o určení nákladů na projekt, což znamená, že se v rámci informačního modelování pracuje i s informacemi pro potřeby oceňování.

Problematika LOD a LOI

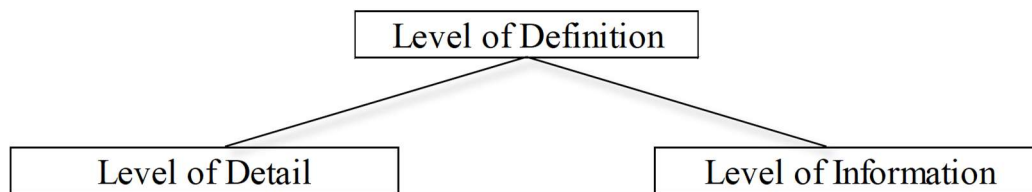
Pod zkratkou LOD lze rozumět různé definice, jsou to:

- Level of Development
- Level of Detail
- Level of Definition

Takže existuje zkratka LOI neboli Level of Information. Občas se uvedené pojmy zaměňují, ale je nutné rozlišovat jejich původní významy.

Pojem Level of Development byl vyvinut v Americkém Institutu Architektů neboli American Institute of Architects (AIA), a představuje nejen podrobnosti o geometrii ale i úroveň rozpracovanosti, resp. vývoje projektu (7). Množství negrafické (resp. popisné) informace

zpracované pro určitou fázi projektu se nazývá "Level of Information". Množství vyvíjených grafických (resp. geometrických) informací se nazývá "Level of Detail". Oba pojmy jsou součástí celkového zastřešujícího výrazu "Level of Definition", jak je patrné z Obrázku 5 (9).



Obrázek 5: Level of Definition (Zdroj: vlastní zpracování, (9))

V České republice jsou uvedené termíny běžně používané, ale je nutné poznamenat, že v současné době neexistuje standard, který by oficiálně upravoval terminologii. Proto čeští odborníci používají pojmy, které byly vyvinuty ve Spojených státech amerických a ve Spojeném království.

3. Problematika BIM v dopravním stavitelství

Dopravní stavitelství je velmi významné odvětví stavebního průmyslu. Vyznačuje se velkými projekty a velkým množstvím veřejných zakázek a ovlivňuje celé hospodářství jakéhokoliv státu. Avšak je to oblast s nedostatečnou digitalizací, která je způsobena jedinečností každé stavební zakázky. S rozvojem technologií informačního modelování oblast dopravního stavitelství má novou perspektivu v zdokonalení svých procesů (3).

Současný stav BIM v dopravním stavitelství v České republice

Od 1. října 2016 vstoupil v účinnost nový zákon č. 134/2016 Sb. o zadávání veřejných zakázek (dále jen ZZVZ). Podle § 103 odst. 3: „zadavatel může v zadávacích podmínkách uvést závazný požadavek na použití zvláštních elektronických formátů včetně nástrojů informačního modelování staveb“ (10). Z toho vyplývá, že od této doby zákon umožňuje veřejným zadavatelům žádat o využití informačního modelu pro další stavební projekty (11).

Použití informačního modelování v dané oblasti zvýší transparentnost stavebních projektů, umožní efektivnější využití veřejných finančních prostředků, sníží rizika překročení nákladů na stavební práce a zjednoduší proces přípravy nabídek. Lze takzle dosáhnout snížení množství chyb v projektové dokumentaci a zvýšení efektivity při jejím vypracování (2).

4. Nabídková příprava a BIM

Nabídková příprava je zásadní činnost každého dodavatele stavby a stavebních prací. Jejím cílem je získání zakázky a podepsání smlouvy o dílo s investorem. Prosperita stavební firmy přímo souvisí s úspěšností připravených a podaných nabídek (4).

Proces přípravy nabídky zahrnuje:

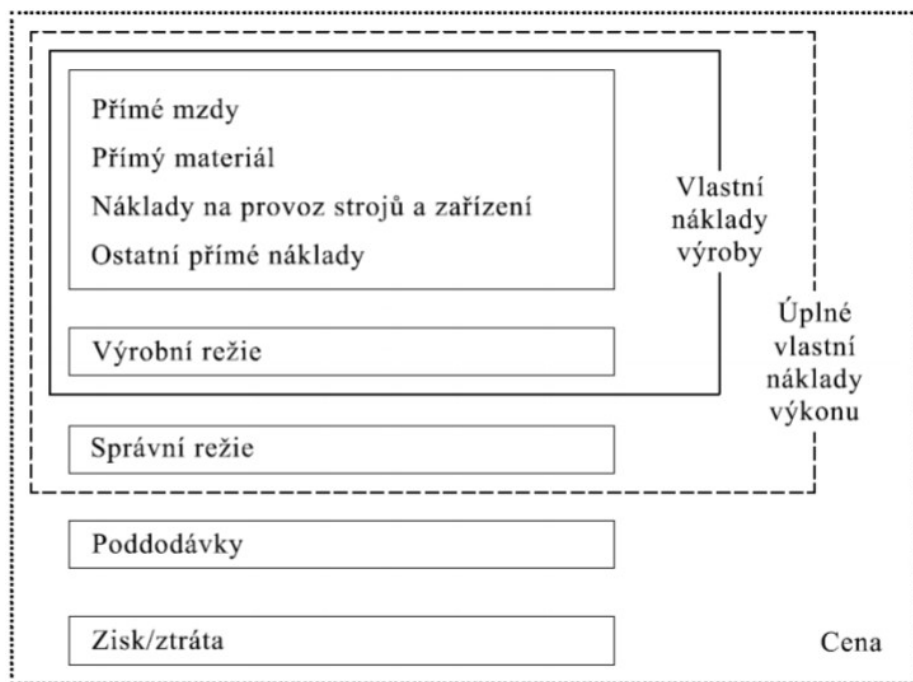
- převzetí veškerých podkladů od neveřejného zadavatele, nebo, v případě veřejné zakázky, vyzvednutí zadávací dokumentace;
- rozhodnutí vedení společnosti o zpracování nabídky;
- kontrola projektové dokumentace a výkazů výměr;
- kalkulace nabídkové ceny (viz další oddíl kapitoly);
- určení podílu vlastních prací a subdodávek;
- výběr subdodavatelů;
- vypracování časového plánu a plánu organizace výstavby (dále jen POV);
- řešení zařízení staveniště;
- prokázání kvalifikace – pomocí referencí společnosti od předchozích zadavatelů, které potvrzují zkušenost uchazeče;
- návrh smlouvy o dílo (4).

Bakalářská práce je zaměřená pouze na analýzu čtvrtého bodu daného seznamu a to kalkulace nabídkové ceny. V následující podkapitole je uveden klasický kalkulční vzorec, stručný postup kalkulace dopravních staveb, zejména konstrukčních vrstev vozovek.

Je nutné poznamenat, že při využití informačního modelu kontrola projektové dokumentace a kontrola výkazů výměr buď nebude potřeba, nebo se to bude řešit rychlejším způsobem přímo během práce s informačním modelem oproti současnému způsobu v podobě dotazů zadavateli a zpětných dodatečných informací.

Metoda oceňování dopravních staveb

V současné době zákon neomezuje přesný způsob kalkulace. Každý zadavatel je oprávněn zvolit vlastní metodu vycházející ze zkušeností v praxi. Existuje však klasický kalkulční vzorec, který slouží jako základ pro většinu stavebních dodavatelů a s drobnými úpravami zachycuje podstatu prací a dodávek ve stavebnictví (viz Obrázek 6).



Obrázek 6: Kalkulační vzorec ve stavebnictví (Zdroj: (12))

Na základě kalkulačního vzorce je níže uveden seznam údajů, které je nutné vypočítat při kalkulaci, zejména konstrukčních vrstev vozovek:

- materiál: celkový objem zřízené (příp. odstraněné) hmoty;
- materiál: cena za dopravu, např. v t/km pro odvezení materiálu ze stavby;
- lidské zdroje: výkon 1 dělníka, počet nasazených dělníků;
- lidské zdroje: mzdy;
- stroje: výkony jednotlivých strojů, počet nasazených strojů;
- stroje: nájem a náklady na případné úroky;
- stroje: cena paliva a maziva;
- stroje: náklady na odpisy a nečekané opravy;
- ztratné materiálu, paliva;
- režie výrobní;
- režie správní;
- riziko/zisk.

Přínosy využití informačního modelu pro zhotovitele při přípravě nabídek

Využití informačního modelování v procesu přípravy nabídek zvyšuje výkonnost její přípravy a minimalizuje možnost připuštění přehlednutí a nepřesností. Uchazeči mají v procesu

přípravy nabídek možnost upravovat případnou etapizaci výstavby z časového hlediska a z hlediska rozložení financí. Případnou optimalizací kroků výstavby a technologických postupů, umožněných projektantem již v etapě výběrového řízení dodavatele, dokáží výrazněji zkrátit časový plán a případně zefektivnit technologii výstavby (3).

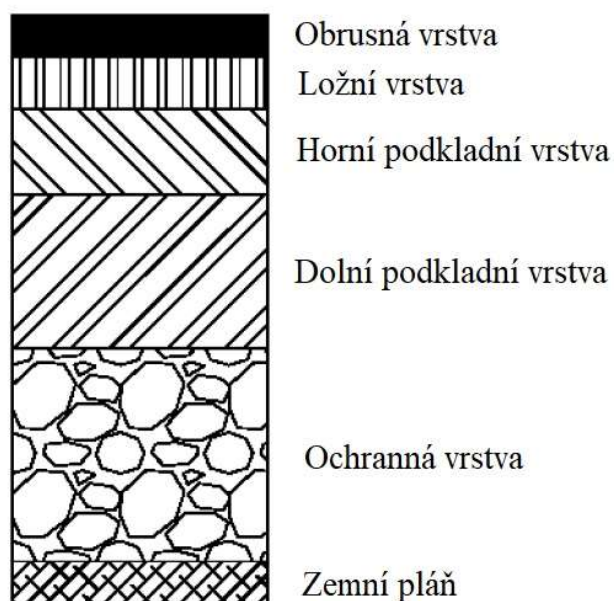
Takže využití informačního modelu umožňuje dřívější detekci a odhalení kolizí v projektech a jejich úspornější odstranění. Nástroje informačního modelování umožňují provedení přesnějších výměr, například, kubatur, čímž se sníží rozdíly při opětovném přeměrování (3).

5. Vozovka a její konstrukční vrstvy

„Vozovka – zpevněná část pozemní komunikace, umožňující svojí únosností a rovným povrchem bezpečnou, rychlou a pohodlnou jízdu vozidel; vozovka se skládá z konstrukčních vrstev.“ (13)

5.1.Členění konstrukčních vrstev vozovky podle funkce

Jak je možné vidět na Obrázku 7 vozovka se dělí na tzv. konstrukční vrstvy, z nichž každá plní svoji funkci. (13)



Obrázek 7: Konstrukční vrstvy vozovky (zdroj: (14), vlastní zpracování)

Obrušná vrstva – horní krytová vrstva, která je v kontaktu s kolem vozidla, odolává klimatickým podmínkám a dopravnímu zatížení. Proto jsou na obrušnou vrstvu kladeny

zvýšené požadavky, a to na její povrchové vlastnosti, rovnost, hlučnost a odolnost proti účinkům agresivního prostředí (13) (14).

Ložní vrstva – dolní krytová vrstva, která slouží jako rovný podklad pro obrusnou vrstvu a přenáší zatížení do podkladních vrstev. Vyšší požadavky jsou kladeny na její odolnost proti trvalým deformacím, protože obrusná vrstva chrání ložní vrstvu před mechanickým poškozením a klimatickými vlivy (13) (14).

Podkladní vrstva – spodní část konstrukce vozovky, roznáší zatížení od kol projíždějících vozidel z krytových vrstev do podloží. Na tuto vrstvu je kladen požadavek na životnost, pevnost v tahu za ohybu a pevnost ve smyku; rozlišujeme **spodní** a **horní** podkladní vrstvu. U vozovek s nízkým dopravním zatížením může být podkladní vrstva pouze jedna (13) (14).

Ochranná vrstva používá se ve speciálních a odůvodněných případech. Je to spodní vrstva vozovky ležící na zemní pláni pod spodní podkladní vrstvou, která posiluje některé ochranné funkce, např. chrání podloží v zimním období před promrzáním nebo odvádí významné množství vody z podloží (13) (14).

5.2. Stavební směsi a konstrukční vrstvy

Konstrukční vrstvy vozovky se skládají ze stmelených a nestmelených stavebních směsí. Pokládají se postupně na sebe a buď se rozprostírají, nebo zhutňují. Hlavní složkou nestmelené směsi je kamenivo. Stmelené směsi se skládají jak z kameniva, tak z pojiva (13).

Nestmelené směsi a vrstvy

Mechanicky zpevněné kamenivo (dále jen MZK) je nestmelená vrstva z drceného kameniva s příslušnou zrnitostí a vlhkostí. Během výroby se v míchacím centru spojuje několik frakcí kameniva s přidáním určitého množství vody (13).

Štěrkodrt' (dále jen ŠD) je technologie s nižšími parametry než MZK, je určena především pro komunikace s nevysokým dopravním zatížením. Vyrábí se také z drceného kameniva. Vlhkost se však posuzuje vizuálně a požadavky na zrnitost nejsou striktně určeny (13).

Štěrkopísek (dále jen ŠP) je nestmelená vrstva z těžného kameniva o stejné zrnitosti jako ŠD. ŠP však nemá potřebnou únosnost, proto se používá do ochranných nebo spodních podkladních vrstev u komunikací s nízkým dopravním zatížením. Je to z důvodu samotné

struktury zaoblených a hladkých zrn, které brání potřebnému vnitřnímu tření a dostatečné zhutnitelnosti vrstvy, a proto nemají potřebnou únosnost (13).

Je nutné poznamenat rozdíl mezi kamenivem drceným a těžným. Drcené kamenivo má nepravidelný ostrohranný tvar, drsný povrch, a získává se v kamenolomech drcením velkých kusů lomového kamene. Těžené kamenivo má zaoblená zrna, hladký povrch a většinou má přírodní říční původ (13).

Mechanicky zpevněná zemina (dále jen MZ) je vrstva z nestmelené zeminy o zrnitosti ŠD. Technologie se používá pro komunikace s nízkým dopravním zatížením (13).

Vibrovaný štěrk (dále jen VŠ) je vrstva, tvořena z hrubého drceného kameniva, do kterého se zavibruje výplňové kamenivo. Technologie není běžně používána, protože je náročná na provádění (13).

Nestmelené vrstvy se rozprostírají pomocí grejdrů nebo finišerů. Při provedení je třeba dbát na tloušťku pokládané vrstvy, aby vrstva po zhutnění odpovídala požadované tloušťce. Pokládka se musí provádět na rovný a únosný podklad pro následné kvalitní zhutnění vrstvy. Proces zhutnění, které se většinou provádí vibračními válci, se skládá z pojezdů hutnicího prostředku vpřed a vzad v jedné stopě (13).

Vrstvy stmelené hydraulickými pojivy

Směsi stmelené hydraulickými pojivy se dělí podle druhu použitého pojiva. Rozlišují se:

- SC – směs z kameniva stmelené cementem;
- SS – směs z kameniva stmelené struskou;
- SP – směs z kameniva stmelené popílkem;
- SH – směs z kameniva stmelené hydraulickými silničními pojivy (13).

Směsi se používají jako podkladní vrstva. Nejpoužívanější směsí je SC, proto jako typické hydraulické pojivo slouží cement. Dalšími pojivy jsou např. křemičitý nebo vápenatý popílek, granulovaná vysokopecní struska a jiné. Směs se dá vyrábět i z těžného kameniva, protože pro únosnost vrstvy nejsou potřeba účinky vnitřního tření (13).

Směsi se převážně vyrábějí v míchacích centrech, ve kterých se v určitém množství dávkuje voda, pojivo a kamenivo. Nebo se směsi vyrábějí pomocí silniční frézy na místě, například v procesu recyklace. Směs se pokládá na rovný, únosný a vlhký podklad (13).

Prolévané vrstvy

Penetrační makadam (dále jen PM) je typickým druhem prolévaných vrstev, který je určen pro komunikace s nízkým dopravním zatížením. Dá se použít pro podkladní a obrusnou vrstvu. Základem PM je kamenivo, které je prolité asfaltovým pojivem. Vzniklé povrchové mezery jsou vyplněny rozprostřeným drceným kamenivem (13).

Asfaltocementový beton (dále jen ACB) používá se jako obrusná vrstva pro pomalu jedoucí těžkou dopravu, například pro sklady, autobusové zastávky apod. Provádí se prolitím nebo zavibrováním cementové malty asfaltem obaleného kameniva (13).

Štěrka částečně vyplněná cementovou maltou (dále jen ŠCM) je rychlá a jednoduchá technologie. Základ z hrubého kameniva vyplňuje cementová malta, která uzavírá povrch vrstvy. Technologie je však pracná, proto se používá pouze ve speciálních případech (13).

Druhy asfaltových směsí a vrstev za horka

Asfaltová vrstva je nejpoužívanější typ stmelených vrstev ve světě. Rozlišují se asfaltové vrstvy provedené za horka a za studena. Při zřízení asfaltové vrstvy za horka se provádí zhutnění horké čerstvé asfaltové směsi a vzniká tzv. **asfaltový beton** neboli AC – Asphalt Concrete. Asfaltový beton se dělí podle použití v konkrétních konstrukčních vrstvách, jsou to:

- ACO – asfaltový beton pro obrusnou vrstvu;
- ACL – asfaltový beton pro ložní vrstvu;
- ACP – asfaltový beton pro podkladní vrstvy (13).

Název asfaltového betonu rovněž obsahuje informace o velikosti maximálního zrna, intenzity dopravního zatížení a druhu asfaltu. Například, ACL 22 S PMB 25/55-60, kde:

- ACL – asfaltový beton pro ložní vrstvu;
- 22 – velikost maximálního zrna 22 mm;
- S – směs pro vysoké intenzity dopravního zatížení;
- PMB 25/55-60 – druh modifikovaného pojiva (13).

Kromě asfaltového betonu existuje tzv. **asfaltový koberec mastixový** neboli SMA (Stone Mastix Asphalt), který je používán pro obrusné vrstvy u komunikací s vysokým dopravním zatížením. Asfaltové koberce mastixové jsou odolnější proti tvorbě trhlin a trvalých deformací než asfaltové betony. Používají se většinou na dálnicích nebo na dopravně zatížených křižovatkách (13).

Pro zřízení tenkých asfaltových vrstev se dá použít tzv. BBTM (Beton Bitumineux Très Minces) neboli **asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy** (dále jen BBTM). Je určen pro pokládku obrusné vrstvy s možností provedení tenkých úprav, používá se jako údržbová technologie, provádí se v tloušťce 20 až 35 mm (13).

Asfaltový koberec drenážní (dále jen PA – Porous Asphalt) je směs s vysokou mezerovitostí, která umožňuje velký drenážní účinek a odvádí srážkovou vodu. Používá se pro zřízení obrusných vrstev a svou pórovitostí snižuje hlučnost jízdy vozidel (13).

Asfaltový koberec otevřený (dále jen AKO) je asfaltová směs, která není specifikována evropskými normami. Používá se pro obrusné, ložní nebo podkladní vrstvy a vyznačuje se vyšší mezerovitostí (13).

Na rozdíl od AKO nebo PA **litý asfalt** (dále jen MA – Mastic Asphalt) neobsahuje vzduchové mezery. Litý asfalt je charakteristický vyšším obsahem asfaltového pojiva. Z toho vyplývá jeho vyšší životnost, ale i vyšší cena (13).

Asfaltové směsi se na stavbu dodávají z obaloven. Výroba asfaltových směsí probíhá v obalovnách buď šaržově, nebo kontinuálně. Před pokládkou asfaltové vrstvy musí být provedena úprava podkladu. Podklad musí být rovný, únosný a čistý. Mezi asfaltovými vrstvami se provádí spojovací postřik z asfaltové emulze nebo ředěného asfaltu pro zabezpečení spolupůsobení vrstev. Pro opatření postřikem se běžně používají tzv. postřikovače nebo distributory na těžkém nákladním vozidle. Pro pokládku asfaltových vrstev se používají asfaltové finišery, pasové nebo kolové, které musí dodržovat správnou niveletu bez ohledu na změnu tloušťky vrstvy. Hutní se buď finišery, nebo hutnicími válci, jejichž válce se musí kropit vodou z důvodu omezení přilnavosti směsi. Po zhutnění se musí provést těsnění pracovních a styčných spár a napojení na staré úseky vozovek a ploch (13).

Cementobetonové kryty a jejich provedení

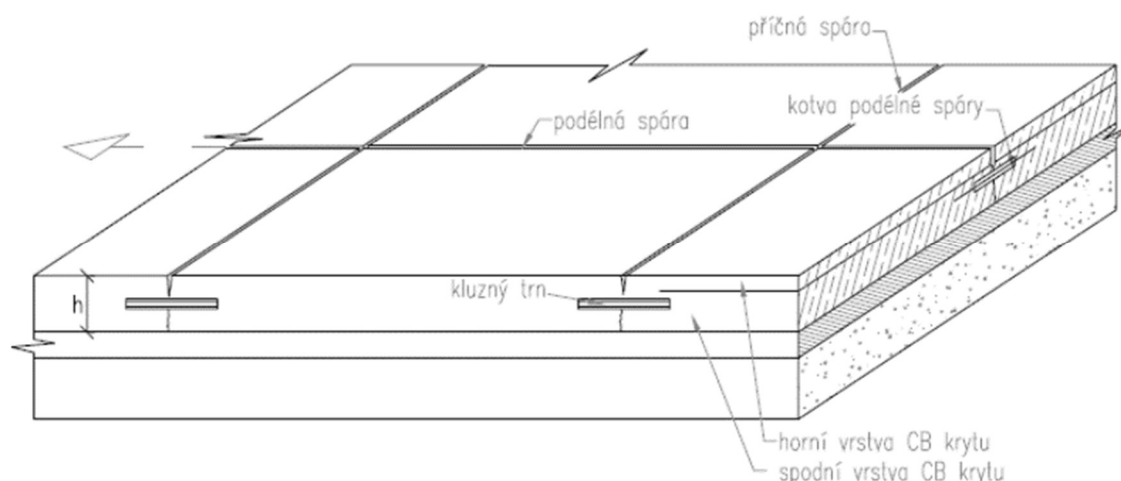
Cementobetonové kryty se dělí podle třídy dopravního zatížení do tří skupin podle Tabulky 1.

<i>Skupina CB krytu</i>	<i>Třída dopravního zatížení</i>	<i>Podrobná specifikace</i>
CB I	S, I, II, III	Dálnice, rychlostní silnice, silnice I. třídy, rychlostní MK, letištní plochy;
CB II	III, IV, V	Silnice II. a III. třídy, sběrné a obslužné MK, parkovací plochy;
CB III	IV, V, VI	Účelové komunikace, obslužní MK, parkoviště, dočasné komunikace.

Tabulka 1: Členění CB krytu podle třídy dopravního zatížení (Zdroj: vlastní zpracování, (13))

Cementobetonové kryty se pokládají pomocí finišerů. Klasickým způsobem se provádí pokládka do pevných bočnic, které vytvářejí jízdní dráhu pro strojovou sestavu. Proces pokládky cementobetonového krytu se skládá z několika kroků. Nákladní vozidla přivážejí čerstvý beton a vyklápějí ho před rozhrnovačem, který rovnoměrně rozprostírá beton před finišer. Zároveň se vkládají ocelové trny a kotvy (viz Obrázek 8) (13).

Vkládat kluzné trny do umístění příčných spár je možné několika způsoby: buď se používá automatizovaný způsob vibračního zatlačení kluzných trnů do zhutněného čerstvého betonu spodní vrstvy krytu pomocí přídavného účelového stroje, nebo, pokud projektant neurčí jinak, je možné rozmístění kluzných trnů ručně. Kotvicí prvky v podélné smršťovací spáře lze vkládat do zhutněného čerstvého betonu spodní vrstvy pomocí ručního vibračního přístroje (13).



Obrázek 8: Umístění kluzných trnů a kotev v konstrukce cementobetonového krytu (Zdroj: (15))

Následně finišer, který se kontinuálně posouvá dopředu, hutní betonovou vrstvu. Potom se provádí protismyková úprava, např. kartáčováním a následně se povrch zhotoveného betonu kropí nástřikem proti rychlému odparu vody. Při zřízení cementobetonového krytu je nutné proříznout podélné a příčné pracovní spáry z důvodu smršťování a dotvarování betonu (13).

Kryty z dlažeb

Rozlišují se dlažby z betonu, přírodního anebo umělého kamene. Pokládka dílců se provádí do ložní vrstvy z kameniva nebo z cementové malty. Ložní vrstva nemusí být zhutněná předem, hutnění celé skladby probíhá po položení dlažby. Spáry mezi dlažbami se vyplňují drobným kamenivem nebo směsí kameniva a cementu. V případě provedení ložní vrstvy cementovou

maltoou se vyplňují maltou i spáry. Pokládka vrstvy z dlažeb se vyznačuje svojí pracností. Ve většině případů se jedná o ruční pokládku. Kryty z dlažeb se používají pro chodníky, účelové plochy a komunikace, turistická centra – tam, kde je rozhodujícím kritériem estetické hledisko. Dlážděné kryty nejsou vhodné pro běžnou automobilovou dopravu (13).

Recyklace v silničním stavitelství

Recyklace je významný proces z hlediska chránění životního prostředí. Proces recyklace zahrnuje opětovné použití již zabudovaného materiálu. Snižuje se tím objem vznikajících odpadů při rekonstrukci vozovky, spotřeba energií, redukují se emise škodlivých látek při používání vozidel na dovoz a odvoz a při výrobě nového materiálu. Dochází tedy ke zkrácení celkové doby výstavby. Rozlišuje se recyklace na místě pomocí frézy a speciální strojní sestavy a recyklace materiálem, vyrobeným drcením a tříděním stavebního demoličního odpadu. (13)

Drcením a tříděním stavebního demoličního odpadu se vyrábí i tzv. R-materiál, který se získává frézováním staré asfaltové směsi. Používá se jako náhrada ŠD nebo MZK u nestmelených vrstev a jako kryt u nezpevněných vozovek (13).

6. Vysvětlení problému

V návaznosti na ZZVZ uvedený v kapitole 3. Problematika BIM v dopravním stavitelství se blíží povinnost používat BIM ve veřejných zakázkách. Větší dodavatelské firmy již reagují na daný trend a realizují zkušební projekty pomocí nástrojů BIM. Současný postup práce převážné většiny stavebních firem je nedostatečně efektivní.

Jedním z problémů je chybějící specifikace požadavků na informační model. Je to velmi složitá záležitost, kterou by teoreticky v nejlepším případě měl zpracovávat zhotovitel, protože má neocenitelné zkušenosti z praxe. Ví, jak se přesně oceňuje stavba, ale většinou z důvodu velké vytíženosti nedisponuje potřebným časem. Mimo to se stále nevyužívá veškerý potenciál informačního modelování. Momentálně nikdo nedokáže přesně říci, které informace mají být požadovány a jak dané požadavky specifikovat.

7. Identifikace požadovaných informací na informační model

Práce reaguje na zmíněný problém v kapitole 6. Vysvětlení problému tím, že bude zpracována analýza datových podkladů existujících projektů – případové studie, na jejíž základě vzniknou obecné závěry, které by mohly sloužit jako doporučení pro stavební průmysl.

7.1. Vymezení objektu analýzy

V rámci praktické části byla provedena analýza části soupisu prací z projektové dokumentace stavby „Dálnice D1 – Modernizace v úseku Mirošovice – Kývalka, úsek 16, EXIT 119 Velký Beranov – EXIT 134 Měřín“ (16) od největšího zadavatele dopravních staveb – statní příspěvkové organizace Ředitelství silnic a dálnic ČR (dále jen ŘSD). Soupis prací byl vypracován společností Valbek, spol. s.r.o. v programu Aspe, který je určen pro přípravu a realizaci stavebních projektů.

V soupisu prací z kapacitních důvodů byl vybrán objekt SO 16-101.1_1 a byly proanalyzovány položky, týkající se:

- odstranění konstrukčních vrstev vozovek, z oddílu 1 – Zemní práce;
- zřízení konstrukčních vrstev vozovek, z oddílu 5 – Komunikace (16).

Stavba byla vybrána na základě několika kritérií:

- stavba řeší modernizaci dálnice a obsahuje jak odstraňování starých, tak zřízení nových konstrukčních vrstev vozovky, což umožňuje provedení analýzy jednak současného stavu informačního modelu, jednak budoucího stavu;
- stavba obsahuje několik druhů konstrukčních vrstev, jsou to cementobetonový kryt, asfaltobetonový kryt, nezpevněná vozovka z R-materiálu a kryt z betonových dlaždic, což umožňuje všestranný rozbor tématu;
- soupis prací je datován rokem 2017 a lze z toho předpokládat kvalitnější zpracování na základě zkušeností minulých let.

7.2. Řešení problému, vysvětlení metodiky práce

Na základě soupisu prací byl vytvořen systém vzájemně propojených tabulek, které spolu představují jednu z teoretických možností specifikování požadavků na informační model. Všechny tabulky jsou součástí příloh bakalářské práce.

Struktura tabulky č. 1

Nejdřív byla vytvořena tabulka „Seznam vybraných položek ze soupisu prací, týkajících se konstrukčních vrstev vozovky“ (viz příloha č. 1). Celkem tabulka obsahuje 4 sloupce:

- pořadové číslo;
- položka (resp. její identifikační číslo);
- název položky;
- upřesňující informace ze soupisu prací a technické zprávy.

Poslední sloupec obsahuje dodatečnou informaci ze soupisu prací nebo technické zprávy (16), která podrobněji popisuje celkový obsah položky. Upřesňující informací může sloužit:

- název odstraněné vrstvy (například: odstranění ŠP, ŠD a MZK, viz p. č. 4);
- informace o započítání do položky nákladů na odvoz a uložení na mezideponii vč. poplatku (viz p. č. 4);
- informace o započítání do položky nákladů na odkup odstraněného materiálu zhotovitelem (viz p. č. 8);
- upřesňující informace, týkající se provedení stavebních prací (například: včetně bourání kotveného CBK, včetně separace ocelových trnů, pouze recyklace apod., viz p. č. 2, p. č. 55);
- informace o vynaložení s odstraněnými nevhodnými materiály (například: v případě nevhodnosti, nebo přebytku, odvoz a uložení na skládku vč. poplatku, viz p. č. 7);
- název zřízeného materiálu (například: SC 0/32 C 8/10, viz p. č. 51);
- informace o spotřebě materiálu (například: PI-C 0,60 kg/m², viz p. č. 58);
- informace o umístění vrstvy (například: na vrstvě VMT 22 tl.80 mm, viz p. č. 59);
- rozepsání celkového obsahu agregované položky (například: cementobetonový kryt včetně všech prací a materiálů, včetně všech smršťovacích, pracovních a dilatačních spár a jejich těsnění, včetně drénu z geokompozitu v místě příčných spár, včetně všech úprav na přechodu z CB na AB kryt, viz p. č. 70);
- prostorové uspořádání stavebních objektů (např.: u PHS a hlásek SOS, viz p. č. 72).

V řádcích popisované tabulky jsou vybrány a zkompileovány položky soupisu prací, které se vztahují k rozpočtování pouze konstrukčních vrstev vozovek, a to jejich zřízení nebo odstranění, celkem 27 řádků. Jako ukázkový příklad slouží Tabulka 2, viz níže. Plnou verzi tabulky lze najít v příloze č. 1. Relevantní části soupisu prací jsou součástí přílohy č. 7.

Příloha č. 1: Seznam vybraných položek ze soupisu prací, týkajících se konstrukčních vrstev vozovky

Stavba: 17018 D1 MIROŠOVICE - KÝVALKA MODERNIZACE ÚSEK 16, EXIT 119 VELKÝ BERANOV - EXIT 134 MĚŘÍN

Objekt: 101 DÁLNIČE D1 KM 119,300-134,011

Rozpočet: 101.1.1 DÁLNIČE D1 KM 119,300-134,011

P.č.		Položka	Název položky	Upřesňující informace ze soupisu prací a technické zprávy
1 Zemní práce				
2	11315-01	ODSTRANĚNÍ KRYTU VOZOVEK A CHODNÍKŮ Z BETONU		<ul style="list-style-type: none"> - odbourání CB krytu vč. AB mezivrstvy - vč. odvozu a uložení na mezideponii - odkup zhotovitelem - včetně bourání kotveného CBK - včetně separace ocelových trnů
4	11332-01	ODSTRANĚNÍ PODKLADŮ VOZOVEK A CHODNÍKŮ Z KAMENIVA NESTMELENÉHO		<ul style="list-style-type: none"> - odstranění ŠP, ŠD a MZK - v případě zpětného použití odvoz a uložení na mezideponii - odvoz přebytku na skládku, vč. uložení a poplatku
5	11334-01	ODSTRANĚNÍ PODKLADU VOZOVEK A CHODNÍKŮ S CEMENT POJIVEM		<ul style="list-style-type: none"> - bourání cem. stabilizace - vč. předrcení, odvozu a uložení na mezideponii pro zpětné použití - v případě nevhodnosti, nebo přebytku, odvoz a uložení na skládku vč. poplatku
7	1370a-01	FRÉZOVÁNÍ CEMENTOVÉ STABILIZACE		<ul style="list-style-type: none"> - frézování stávající cem. stabilizace, přesně výškově navážené - vč. předrcení, odvozu a uložení na mezideponii pro zpětné použití - v případě nevhodnosti, nebo přebytku, odvoz a uložení na skládku vč. poplatku
8	11372	FRÉZOVÁNÍ VOZOVEK ASFALTOVÝCH		<ul style="list-style-type: none"> - vč. odvozu a uložení na mezideponii - odkup zhotovitelem
5 Komunikace				
51	561401	KAMENIVO ZPEVNĚNÉ CEMENTEM TŘ. I		SC 0/32 C 8/10

Tabulka 2: Ukázkový příklad: výřez tabulky „Seznam vybraných položek ze soupisu prací, týkajících se konstrukčních vrstev vozovky“ (Zdroj: vlastní zpracování, (15), (16))

Struktura ostatních tabulek

V soupisu prací jednotlivé položky jsou uspořádány dle druhu práce a dle jednotlivých materiálů stavebních směsí. Pro lepší přehlednost jednotlivé položky byly seskupeny v pěti tabulkách (viz přílohy č. 2-6) dle příslušných skladeb vozovek, které jsou uvedeny v technické zprávě objektu SO 16-101.1_1, kapitoly 3.6 Vozovky a krajnice a 3.7 Přejezdy SDP (16). Relevantní části technické zprávy jsou součástí přílohy č. 8.

Struktura zpracovaných tabulek je shodná a skládá se ze tří částí:

- informace ze soupisu prací;
- požadavky na geometrické informace;
- požadavky na popisné informace.

Část „Informace ze soupisu práce“ obsahuje data, která umožňují identifikovat položku a najít ji v soupisu prací, jsou to: pořadové číslo položky, identifikační číslo položky a název konstrukční vrstvy. Znázornění dané části tabulky je uvedeno v Tabulce 3.

Informace ze soupisu prací		
p.č.	položka	Název konstrukční vrstvy
68	576411	POSYP KAMENIVEM OBALOVANÝM 2KG/M2
64	574J54	ASFALTOVÝ KOBEREK MASTIXOVÝ MODIFIK SMA 11+, 11S TL. 40MM
60	572214	SPOJOVACÍ POSTŘÍK Z MODIFIK EMULZE DO 0,5KG/M2 M2 50

Tabulka 3: Ukázkový příklad: výřez tabulky přílohy č.6, znázorňující strukturu části "Informace ze soupisu práce" (Zdroj: vlastní zpracování, (15), (16))

Část „Požadavky na geometrické informace“ vymezuje potřebné údaje, které musí obsahovat informační model z hlediska geometrické úpravy. Jsou to délka (spár, kotev atd.) v metrech, tloušťka vrstvy v milimetrech, plocha zřízené vrstvy metrech čtverečných a celkový objem zpracovaného (zřízeného nebo odstraněného) materiálu v metrech kubických.

Je nutné poznamenat, že zpracované tabulky obsahují pouze data, která kalkulant potřebuje k ocenění konkrétní položky a mohou sloužit jako podklad pro člověka, který nemusí rozumět kalkulování ve stavebnictví. To, že elementy v modelu obsahují základní údaje jako jsou, například, šířka a délka elementu, je považováno za samozřejmost.

Potřebné údaje jsou označovány křížkem „x“. Prázdná buňka znamená, že údaj není v daném případě relevantní. Tabulky neobsahují konkrétní výměry, pouze správné měrné jednotky, protože v dohledání konkrétních výměr není přidána hodnota práce. Ilustrace části tabulky, týkající se požadavků na geometrické informace, je uvedena v Tabulce 4.

Požadavky na geom. informace			
Délka [m]	Tloušťka [mm]	Plocha [m ²]	Objem [m ³]
		x	
	x	x	
		x	

Tabulka 4: Ukázkový příklad: výřez tabulky přílohy č. 6, znázorňující strukturu části "Požadavky na geometrické informace" (Zdroj: vlastní zpracování)

Uvedená informace, která však musí být daleko podrobnější, je klíčová pro nastavení požadavků na model. Proto je potřeba rozšířit tabulku o upřesňující kritéria, která se sice nedají vyjádřit graficky, ale umožňují kalkulantovi ocenit položku.

Požadavky na popisné informace modelu jsou uvedeny ve třetím oddílu tabulky. Pro snadné pochopení všechny tabulky obsahují stejné sloupce. V části „Požadavky na popisné informace“ byly vybrány následující body (případné rozklíčování viz poznámky níže):

- stav informačního modelu (například: současný nebo budoucí stav);
- označení/umístění odstraněné konstrukční vrstvy (viz níže poznámka č. 1);
- přesný název materiálu (viz níže poznámka č. 2);
- objemová hmotnost materiálu v t/m³ (viz níže poznámka č. 3);
- spotřeba materiálu v kg/m² (viz níže poznámka č. 4);
- přesná receptura směsi (viz níže poznámka č. 5);
- cena za dopravu v Kč za t/km;
- vzdálenost od místa dodání, resp. mezideponie v km;
- nasazené stroje (viz poznámka č. 6);
- subdodávka nebo vlastní práce;
- odkup zhotovitelem, cena v Kč/t (viz poznámka č. 7).

Poznámky pro rozklíčování k seznamu požadavků na popisné informace:

1. Označení vrstev jsou uvedena v kapitole 5 Vozovka a její konstrukční vrstvy, jsou to obrusná, ložní, podkladní vrstva a případně další. V případě postřiku je vhodnější označit umístění, na kterou vrstvu je proveden postřík, např.: v příloze č. 3, p.č. 60 – na ACL.
2. Název, který je uveden v projektové dokumentaci a je v souladu se zákonem, například: v příloze č. 3, p.č. 64 – SMA 11 S PMB 45/80-60.
3. Pomocí celkového objemu práce v metrech kubických a objemové hmotnosti materiálu v tunách na metr kubický lze spočítat celkovou hmotnost vybourané hmoty a následně provést kalkulaci nákladů na odvezení materiálu na mezideponii nebo na dovoz materiálu na staveniště.
4. Spotřeba materiálu v kg/m^2 se vyskytuje u postřiků a u posypu kamenivem. Postřiky jsou uváděny v množství zbytkového pojiva, jak je uvedeno v projektové dokumentaci. Skutečná spotřeba však při oceňování postřiku je cca dvakrát vyšší.
5. Pro dosaženou kvalitu betonu nebo asfaltové směsi je třeba znát přesnou recepturu, kterou kalkulant posílá výrobcům pro spočítání přesné ceny za m^3 . Například, receptura betonové směsi může obsahovat následující informace:

Složka betonové směsi	Množství v kg/m^3
Druh cementu podle příměsí	...
Voda	...
Provzdušňovací přísada	...
Plastifikační přísada	...
Štěrkopísek vč. frakce	...
Drcené kamenivo vč. frakce	...

*Tabulka 5: Ukazkový příklad komponentů receptury pro výrobu betonové směsi
(Zdroj: vlastní zpracování, (7))*

6. Při kalkulaci položky je třeba započítávat náklady na pronájem strojů, případné úroky, cenu paliva a maziva za MJ, náklady na odpisy, opravy atd.
7. Často se stává, že objednatel požaduje od zhotovitele odkup odstraněného materiálu na vlastní náklady, proto je třeba do položky započítat i náklady na odkup materiálu.

Do tabulek nebyly zapracovány požadavky na uvedení údajů o výkonech pracovníků a strojů a to proto, že každý zhotovitel disponuje vlastními výkony ze zkušeností v praxi a často taková informace je tajná. Znázornění části tabulky „Požadavky na popisné informace“ je uvedeno v Tabulce 6.

Požadavky na popisné informace										
Stav informačního modelu	Označení/umístění konstrukční vrstvy	Přesný název materiálu	Objemová hmotnost [t/m3]	Spotřeba materiálu [kg/m2]	Přesná receptura směsi	Cena za dopravu v Kč za t/km	Vzdálenost od místa dodání[km]	Nasazené stroje	Subdodávka/ vlastní práce	Odkup zhotovitelem, cena [Kč/t]
Budoucí	Obrusná	kamenivo frakce 2/4 1,5 kg/m2	x	x		x	x	x	x	
Budoucí	Obrusná	SMA 11S PMB 45/80-60	x		x	x	x	x	x	
Budoucí	Na vrstvě ACL	PS-CP, 0,35 kg/m2		x		x	x	x	x	

Tabulka 6: Ukázkový příklad: výřez tabulky přílohy č.6, znázorňující strukturu části "Požadavky na popisné informace" (Zdroj: vlastní zpracování, (16))

Přílohy č. 2 až 6 jsou součástí praktické části se společným názvem „Identifikace požadovaných informací na model z pozice zhotovitele stavby v rámci řešené oblasti“. Jsou vytvořeny na základě Přílohy č. 1, která je také součástí praktické části. Každá příloha (č. 2 až 6) představuje požadavky na jednotlivou skladbu vozovky a je pojmenována podle druhu skladby. Seznam daných příloh viz níže a také v Seznamu příloh.

- Příloha č. 2: Odstranění současného stavu.
- Příloha č. 3: Zřízení budoucího stavu – asfaltobetonový kryt, 1. typ skladby.
- Příloha č. 4: Zřízení budoucího stavu – cementobetonový kryt.
- Příloha č. 5: Zřízení budoucího stavu – zámková dlažba a nezpevněná vozovka z R-materiálu.
- Příloha č. 6: Zřízení budoucího stavu – asfaltobetonový kryt, 2. typ skladby.

Plné verze tabulek lze najít v přílohách č. 2 až 6 bakalářské práce.

7.3. Interpretace doplňujících informací

V kapitole jsou představeny interpretace doplňujících informací týkajících se jak všech skladeb, tak i každé konkrétní skladby zvlášť, dle jejích specifických. V následujících dvou odstavcích jsou představeny požadavky, které jsou platné pro všechny skladby vozovek. Dále jsou vysvětleny upřesňující informace pro každou skladbu zvlášť.

Zásadní částí kalkulace je započítání nákladů na stroje, jejich nájem, případně odpisy, spotřeba paliva, náklady na opravu apod. Proto by bylo vhodné uvést seznam nasazených zdrojů pro každou konstrukční vrstvu. Nejen však seznam zdrojů ale i cenu za dopravu materiálu buď na staveniště nebo ze staveniště a vzdálenost od místa dodání, případně od mezideponie. Jediný případ, kdy tento údaj není nutný, je recyklace stávající vozovky na místě. Je možné, že tato dodatečná informace bude mít pouze doporučující charakter, v takovém případě zhotovitel musí mít možnost daný seznam upravovat podle vlastního uvážení.

Jednou z nejdůležitějších informací, kterou by měl obsahovat informační model, je údaj o subdodávkách. Zhotovitel musí mít možnost upravovat dané kritérium sám dle své vlastní potřeby, a to by se mělo odrážet ve vzhledu informačního modelu, například barevně. Přítomnost daného kritéria výrazně zlepší přehlednost celého modelu.

K Příloze č. 2: Odstranění současného stavu

Zkoumaný projekt řeší modernizaci existující dálnice, proto se musí informační model rozdělit do dvou stavů: skutečného a budoucího. Ve skutečném stavu se musí vymodelovat a vyznačit ty objekty, které budou odstraněny. Na základě uvedené informace byla vytvořena tabulka pro odstranění současného stavu.

Jak lze pozorovat z tabulky, požadavky na obsah modelu jsou pro všechny položky stejné. Pro kalkulaci položek odstranění je nutné vědět celkový objem odstraněného materiálu a tloušťku odstraněné vrstvy pro lepší představení. Požadavky na informace o spotřebě materiálu a přesné receptuře směsi nejsou v daném případě relevantní. Jsou relevantní v případě kalkulace zřízení budoucího stavu, například spotřeba infiltračního postřiku nebo přesná receptura pro výrobu betonu.

V případě odstranění současného stavu se materiál odváží ze staveniště. Z uvedeného důvodu je název sloupce „Vzdálenost do místa dodání“ byl změněn na „Vzdálenost od mezideponie“.

Zadavatel také vyžaduje odkup materiálu na náklady zhotovitele. Daný materiál je třeba označit zvlášť. V daném případě jsou to položky, týkající se odstranění cementobetonového krytu i asfaltové mezivrstvy (viz p.č. 2) a frézování vozovek asfaltových (viz p.č. 8).

K Příloze č. 3: Zřízení budoucího stavu – asfaltobetonový kryt, 1. typ skladby

Pro kalkulaci asfaltových ploch kalkulant potřebuje vědět celkovou plochu pokládky a tloušťku pokládané vrstvy. Je nutné poznamenat, aby se vyhnout případným nedorozuměním, že plocha každé horní vrstvy je o něco menší než plocha vrstvy ležící pod ní. Proto se plochy konstrukčních vrstev ležících na sebe musí lišit o nějakou hodnotu.

Recyklace je částečně provedena z materiálu na vozovce (pouze recyklace) a částečně doplněním materiálu v případě jeho nedostatku. V dodatečné informaci je nutné uvést druh a výměru doplněného materiálu z celkového objemu práce vč. jeho objemové hmotnosti pro spočítání nákladů na dopravu.

Položky 55 a 56 se liší tím, že v položce 55 je zahrnut objem pouze pro recyklaci a v položce 56 se kromě samotné recyklace navíc doplňuje nedostatek materiálu. Danou podrobnost je třeba znázornit i v informačním modelu, protože je to podstatná informace pro ocenění práce. Takový případ by bylo možné vyřešit tak, že by ve vlastnostech objektu ve formě dodatečné informace byl uveden objem doplněného materiálu z celkového objemu práce. Dále by byla přidána objemová hmotnost pro spočítání nákladů na dopravu. Pro recyklaci na místě bez

doplnění materiálu není potřeba znát objemovou hmotnost, protože nejsou náklady na dopravu.

U obrušných vrstev musí být podélné a příčné pracovní spáry zaříznuty, natřeny a po položení vrchní vrstvy utěsněny modifikovanou zálivkou. Pro ošetření pracovních spár je nutné uvést délku a hloubku pracovních spár.

K Příloze č. 4: Zřízení budoucího stavu – cementobetonový kryt

Pro dodání betonové směsi zhotovitel musí vybrat obalovnu. Výběr obalovny závisí na jejím výkonu, počítá se celkový objem betonové směsi, výkon finišeru a z toho spotřeba betonu za jednotku času. Poté se vybírá obalovna, která splňuje výkonové požadavky a dokáže dodávat beton pro kontinuální a plynulou pokládku. Kalkulace ceny 1 m³ betonu se počítá na základě znalosti přesné receptury směsi.

V současné době informace o umístění spár a zároveň kluzných trnů a kotev je uvedena ve samostatném výkresu, který se jmenuje „Spárořez“. V informačním modelu by veškerá potřebná informace o spárách byla součástí modelu. Je nutné poznamenat, že pro kalkulaci nákladů na realizaci kluzných kotev a trnů kalkulant nepotřebuje přesný vzhled prvků. Pro kalkulaci je především nutné vědět celkovou délku a některé upřesňující informace, jakož jsou druh materiálu, průměr průřezu apod. Schematické vyznačení daných prvků a uvedení popisné informace ve vlastnostech by ušetřilo čas a náklady při vypracování informačního modelu.

Je také nutné umístit dren z geokompozitu na podkladní vrstvu cementobetonového krytu v místě příčných spár. Pro kalkulanta je relevantní znát celkovou plochu, ale z důvodu pracnosti modelování je přípustné uvést potřebné údaje v popisných informacích.

K Příloze č. 5: Zřízení budoucího stavu – zámková dlažba a nezpevněná vozovka z R-materiálu

V případě pokládky zámkové dlažby, obdobně jako v pozemním stavitelství, je nutné znát spotřebu materiálu, ne však v kilogramech na metr čtverečný, ale v kusech na metr čtverečný. Z uvedeného důvodu jsou ve sloupci „Spotřeba materiálu“ Přílohy č. 5 patřičně změněny jednotky na ks/m².

Pro spočítání krytu nezpevněné vozovky z R-materiálu kalkulant nepotřebuje vědět objem, ale plochu pokládané vrstvy. Proto v tabulce je požadována plocha recyklačního materiálu, ne však jeho objem.

K Příloze č. 6: Zřízení budoucího stavu – asfaltobetonový kryt, 2. typ skladby

Obdobně jako v Příloze č. 3 jsou zde specifikovány požadavky na informační model asfaltobetonového krytu. Liší se tady část skladby vozovky. V daném případě se neprovádí recyklace staré vozovky – asfaltové vrstvy jsou pokládány na vrstvu ze ŠD. Také se liší materiál pro podkladní vrstvu. V Příloze č. 3 podkladní vrstvu tvoří tzv. VMT nebo asfaltová směs s vysokým modulem tuhosti. V Příloze č. 6 byl vybrán asfaltový beton pro podkladní vrstvu neboli ACP. Je to z toho důvodu, že v prvním případě vozovka je zřízena v místě odstranění stávající vozovky, to znamená větší zatížení na konstrukční vrstvy. Ve druhém případě je vozovka umístěna v místě nouzových zálivů a přejezdů SDP (střední dělicí pás), a byl vybrán materiál s nižšími vlastnostmi.

8. Zobecnění získaných poznatků

V kapitole jsou zobecněny poznatky získané z provedené analýzy. Uvedené informace by mohly sloužit podkladem pro práci s jinými stavebními projekty, případně pro výzkumnou činnost odborníků na BIM.

1. BIM modely by měly být vytvářeny dle normových požadavků na projektování a stavební výrobu. Podrobnost jednotlivých prvků pro účely nabídkové přípravy by měla být minimálně rozpracována v podrobnosti dokumentace na zadávání stavby a výkazu výměr, jak existují v současné době.
2. Názvy jednotlivých prvků stavebního díla by měly odpovídat legislativním normám. Konkrétně, vozovkové vrstvy a jednotlivé postřiky musí být provedeny dle příslušných ČSN EN, TKP a ZTKP, aby bylo možné vyhnout se nedorozuměním a neshodám při spolupráci účastníků stavebního projektu. Nekorektní názvy stavebních prvků mohou znevýhodnit zadavatele stavby při jednání smluvních stran o „claimu“ (vyřešení změn a z nichž vznikajících nákladů během realizace stavebního díla).
3. Informační modely by měly být upravitelné, aby existovala možnost zanášení změn do modelů oproti dokumentaci. Je to podstatné z několika důvodů. Zaprvé, každý zhotovitel během nabídkové přípravy naráží na to, že musí rozdělit stavební dílo na objekty, které dokáže postavit sám a objekty, které pro něj postaví subdodavatel. Kromě toho v etapě realizace je třeba zanášet změny, a to buď po odstranění vad a nedodělků, anebo při vyskytnutí vícepráce či méněpráce.

4. Informační model je třeba rozdělit na jednotlivé etapy, pokud takové byly určeny projektantem mimo rozdělení na budoucí stav stavby a současný stav v případě modernizace, což je považováno za samozřejmost. Případně lze v informačním modelu vyznačit postup provedení jednotlivých vrstev, jak se bude realizovat ve skutečnosti.
5. Tvorba informačního modelu by musela být konzultována s odborníky s různým zaměřením a úzce profilovanými profesemi, tedy se všemi účastníky výstavby. Spolupráce nad informačním modelem by měla začít již v počáteční fázi, kdy se vytváří samotný systém modelování.
6. Vždy pro lepší pochopení technologie výstavby je třeba obrátit se k technické zprávě, která je závaznou součástí projektové dokumentace, v rozsahu požadovaném přílohami vyhlášky č. 405/2017 Sb. (17), s podrobnějším specifikováním obsahu pro stupně projektu a naplní profesí. Pro dodržování legislativních norem je třeba zpracovat do informačního modelu závazné informace, které by obsahovala technická zpráva projektu.

8.1. Metodika pro identifikace požadovaných informací

Níže je popsán obecný postup pro identifikaci požadovaných informací na informační model, který případně navede k tvorbě požadavků na jiné projekty, a dokonce k tvorbě databáze obecných požadavků na obsah informačního modelu. Uvedené kroky mohou sloužit pomocným podkladem pro následující práci s daným tématem i z hlediska použitelnosti v informačním modelování.

1. Vybrat konkrétní, skutečně existující projekt.
2. Rozhodnout, pro kterého účastníka výstavbového projektu jsou požadavky specifikovány.
3. Z projektu vybrat položky, které jsou relevantní pro oblast analýzy.
4. Identifikovat klíčové informace, a to v závislosti na tom, pro kterého účastníka výstavbového projektu jsou požadavky specifikovány.
5. Strukturovat získané informace.
6. Vytvořit zadávací požadavky.
7. Průběžně konzultovat a aktualizovat získané výsledky s osobou, která se odborně zabývá vytvořením informačních modelů.
8. V případě zobecnění některých požadavků je nutné proanalýzovat větší množství případů.

Závěr

Bakalářská práce byla zaměřena na identifikaci požadovaných informací na obsah informačního modelu z pozice zhotovitele stavby. Prvním cílem práce byla identifikace veškerých informací, které musí obsahovat informační model, a to z pozice kalkulanta v nabídkové přípravě. Druhým cílem bylo zobecnění získaných poznatků do obecně aplikovatelné metodiky.

Nejprve byla specifikována řešená oblast práce. Byla vybrána investiční fáze stavebního projektu, a to proces přípravy nabídky v dopravním stavitelství, zejména kalkulace nabídkové ceny, se zaměřením na konstrukční vrstvy vozovek. Teoretická část byla věnována popisu koncepce BIM. Byl popsán obsah informačního modelu, objasněna problematika vícerozměrného modelování. Následně se práce věnovala problematice BIM v dopravním stavitelství, byl stručně popsán proces nabídkové přípravy a kalkulace nabídkové ceny a vysvětlením přínosů využití informačního modelu zhotoviteli. Následně byly popsány druhy konstrukčních vrstev vozovek, jejich členění podle funkce, materiály stavebních směsí a způsoby realizace konstrukčních vrstev.

Získané teoretické poznatky byly využity v praktické části pro identifikaci požadovaných informací na informační model v podobě vytvoření systému vzájemně propojených tabulek z položek soupisu prací. Zmíněné tabulky (viz přílohy) byly rozčleněny dle jednotlivých druhů skladeb vozovek, jakož jsou asfaltobetonový kryt, cementobetonový kryt, dlážděný kryt a nezpevněný kryt. Výsledky z analyzovaných tabulek byly zobecněny v podobě obecně aplikovatelné metodiky.

Vyhodnocení cílů

1.cíl: specifikovat požadavky na informační model

Byl vybrán existující projekt, na jehož základě byly specifikovány a kategorizovány požadované informace na obsah teoretického informačního modelu z pozice kalkulanta za účelem vymezení údajů potřebných k vypočtení nabídkové ceny projektu.

Cíl práce byl dosažen. Specifikace byla vytvořena s využitím metody případových studií.

2.cíl: zobecnit získané poznatky v podobě obecně aplikovatelné metodiky

Získané poznatky byly zobecněny a na základě provedené analýzy byl vytvořen obecný postup vypracování požadavků na nastavení informačního modelu pro následující uplatnění v jiných projektech.

Cíl je dosažen s drobnými výhradami. Přestože byly identifikovány a interpretovány požadované informace, vzhledem k náročnosti daného tématu by bylo vhodné jej podrobnější prozkoumat i z jiných aspektů. V rámci daného tématu nelze podceňovat zkušenosti zahraničního trhu. Daný aspekt však nebylo možné prozkoumat z důvodu omezeného rozsahu práce. Zahraniční trh by mohl sloužit jako podklad pro navazující práci ve zkoumané oblasti. Dále by bylo vhodné prozkoumat téma z pohledu uplatňování poznatků při bezprostředním zpracování informačního modelu, v tomto případě výstupy práce by mohly sloužit jako podklad pro navazující výzkumnou činnost z pohledu informačního modelování.

Diskuze

Z praxe je zřejmé, že každá stavba obsahuje klíčové položky – jsou to položky s potenciálně vysokými náklady, které tvoří zásadní částku z celkové ceny. To znamená, že se při chybně provedené kalkulaci zvyšuje riziko ztráty ze strany zhotovitele. V současné době při zpracování nabídkové ceny poctivý zhotovitel vybere klíčové položky a provede kontrolu výměr, která spočívá jak v kontrolování celkového množství práce, tak i v porovnání výměr u vzájemně souvisejících položek. Příkladem může sloužit bilance objemu výkopku versus odvoz na skládku a poplatek. Proto by v informačním modelu zhotovitel chtěl mít možnost pro vlastní kontrolu.

Teoreticky by kontrola výměr neměla být potřeba, protože spočítání výměr v informačním modelu je jednou z funkcí softwaru. Vhodnější variantou by byla úprava samotného procesu zadávání dat než vytváření podmínek pro kalkulanta, které je nutí kontrolovat výměry. Správnost výměr se může zajistit smluvně s poskytovatelem informačního modelu. Modelář se zaváže, že při zadávání výměr nedochází k volnému vkládání informace a veškeré údaje byly spočítány pomocí softwaru. Zhotovitel si musí ověřit, že takový postup výpočtu je pro něj vyhovující. V době informačních technologií by se všechny strany měly shodnout na tom, co jim nabízí software.

Seznam použité literatury

1. Životní cyklus stavebního díla. <http://www.fce.vutbr.cz>. [Online] 18. 10 2005. [Citace: 31. 03 2018.]
http://www.fce.vutbr.cz/EKR/asp/MPO/Zprava4/Priloha_1_cyklus/11_Zivotni_cyklus_2005-10-18.doc.
2. Koncepce zavádění metody BIM v České Republice. [Online] 2017.
<https://www.mpo.cz/assets/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/2017/10/Koncepce-zavadeni-metody-BIM-v-CR.pdf>.
3. Plán pro rozšíření využití digitálních metod a zavedení informačního modelování staveb pro dopravní infrastrukturu. Praha : Statní fond dopravní infrastruktury, 2017.
4. Jaroslava Tománková, Dana Čápová. *Management staveb*. Praha : FinEco, 2013. ISBN 978-80-86590-12-7.
5. BIM Dictionary. <https://bimdictionary.com>. [Online] [Citace: 31. 03 2018.]
<https://bimdictionary.com/cs/building-information-modelling/1/>.
6. Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston. *BIM Handbook: Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors, Second Edition*. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2011. ISBN 978-0-470-54137-1.
7. Martin Černý a kol. BIM Příručka. <https://issuu.com/>. [Online] 2013. [Citace: 10. 05 2018.]
<https://issuu.com/czbim/docs/bim-prirucka-2013-v1>. ISBN 978-80-2605-279-5.
8. Michl, Vladimír. Více dimenzí - 3D CAD vs. 4D/5D/6D BIM. <http://www.bimfo.cz>. [Online] CAD Studio a.s. [Citace: 02. 04 2018.] <http://www.bimfo.cz/Aktuality/Vice-dimenzi-3D-CAD-vs-4D-5D-6D-BIM.aspx>.
9. Mills, Fred. <https://www.theb1m.com/video/levels-of-definition-explained>. *THE BIM*. [Online] The BIM Limited, 29. 07 2015. [Citace: 10. 05 2018.]
10. Sbírka zákonů. Zákon č. 134/2016 Sb., *o zadávání veřejných zakázek*.
11. Ing. Josef Žák, Ph.D. BIM v dopravním stavitelství. *Zprávy a informace ČKAIT*. [Online] srpen 2017. [Citace: 10. 04 2018.] <http://zpravy.ckait.cz/article/bim-v-dopravnim-stavitelstvi/>.

12. Renata Schneiderová Heralová, Iveta Střelcová, Lucie Brožová, Michal Strnad. *Oceňování v rámci výstavbového projektu (propočty, rozpočty), 1. Vyd.* Praha : Nakladatelství ČVUT, 2013. ISBN 9788001052266.
13. Ing. Jan Zajíček a kol. *Technologie stavby vozovek.* Praha : Informační centrum ČKAIT, 2014. ISBN 978-80-87438-59-6.
14. Mondschein, Petr. *Silniční stavby 2, přednáška č. 1 - úvod.* Praha : FSv ČVUT , 2014.
15. Varaus, Dr. Ing. Michal. *Přednáška Cementobetonové kryty*, slajd 15.
16. Ředitelství silnic a dálnic ČR. Archiv dokumentů: D1 modernizace - úsek 16, EXIT 119 Velký Beranov - EXIT 134 Měříň. <https://www.tenderarena.cz/profil/zakazka/seznamDokumentu.jsf?id=168291>. [Online] 14. 12 2017. [Citace: 10. 05 2018.]
17. Sbírka zákonů. Vyhláška č. 405/2017 Sb. *Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, ve znění vyhlášky č. 62/2013 Sb., a vyhláška č. 169/2016 Sb., o stanovení rozsahu dokumentace veřejné zakázky na stavební práce a soupisu stavebních prací, dodávek a služeb s výk.vým.*

Seznam tabulek

Tabulka 1: Členění CB krytu podle třídy dopravního zatížení (Zdroj: vlastní zpracování, (13))	16
Tabulka 2: Ukázkový příklad: výřez tabulky „Seznam vybraných položek ze soupisu prací, týkajících se.....	21
Tabulka 3: Ukázkový příklad: výřez tabulky přílohy č.6, znázorňující strukturu části "Informace ze soupisu práce"	22
Tabulka 4: Ukázkový příklad: výřez tabulky přílohy č.6, znázorňující strukturu části	23
Tabulka 5: Ukázkový příklad komponentů receptury pro výrobu betonové směsi	24
Tabulka 6: Ukázkový příklad: výřez tabulky přílohy č.6, znázorňující strukturu části	25

Seznam obrázků

Obrázek 1: Fáze životního cyklu stavby (zdroj: (2)).....	3
Obrázek 2: Schéma vzájemných vztahů účastníků BIM (Zdroj: vlastní zpracování).....	6
Obrázek 3: Geometrické a popisné informace informačního modelu (Zdroj: vlastní zpracování).....	7
Obrázek 4: BIM: koncepce „vícerozměrného“ modelování (Zdroj: vlastní zpracování, (8))....	8
Obrázek 5: Level of Definition (Zdroj: vlastní zpracování, (9)).....	9
Obrázek 6: Kalkulační vzorec ve stavebnictví (Zdroj: (12)).....	11
Obrázek 7: Konstrukční vrstvy vozovky (zdroj: (14), vlastní zpracování).....	12
Obrázek 8: Umístění kluzných trnů a kotev v konstrukce cementobetonového krytu (Zdroj: (15)).....	17

Seznam použitých zkratk

AIA	American Institute of Architects
ACB	Asfaltocementový beton
ACO	Asfaltový beton pro obrusnou vrstvu
ACL	Asfaltový beton pro ložní vrstvu
ACP	Asfaltový beton pro podkladní vrstvy
AKO	Asfaltový koberec otevřený
BBTM	Asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy
BIM	Building information modelling
DBB	Design-bid-build
KAPS	Kamenivo zpevněné popílkovou suspenzí
LOD	Level of Development/Level of Detail/Level of Definition
LOI	Level of Information
MA	Litý asfalt
MK	Místní komunikace
MZ	Mechanicky zpevněná zemina
MZK	Mechanicky zpevněné kamenivo
PA	Asfaltový koberec drenážní
PM	Penetrační makadam
POV	Plán organizace výstavby
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic
SDP	Střední dělicí pás
SMA	Asfaltový koberec mastixový
SC	Směs z kameniva stmelená cementem

SS	Směs z kameniva stmelené struskou
SP	Směs z kameniva stmelené popílkem
SH	Směs z kameniva stmelené hydraulickými silničními pojivy
ŠCM	Štěrka částečně vyplněná cementovou maltou
ŠD	Štěrkožut
ŠP	Štěrkožut
VMT	Asfaltová směs s vysokým modulem tuhosti
VŠ	Vibrovaný štěrka
ZZVZ	Zákon o zadávání veřejných zakázek

Seznam příloh

Identifikace požadovaných informací na model z pozice zhotovitele stavby v rámci řešené oblasti:

Příloha č. 1: Seznam vybraných položek ze soupisu prací, týkajících se konstrukčních vrstev vozovky

Příloha č. 2: Odstranění současného stavu.

Příloha č.3: Zřízení budoucího stavu - asfaltobetonový kryt, 1. typ skladby.

Příloha č. 4: Zřízení budoucího stavu - cementobetonový kryt.

Příloha č. 5: Zřízení budoucího stavu - zámková dlažba a nezpevněná vozovka z R-materiálu.

Příloha č. 6: Zřízení budoucího stavu - asfaltobetonový kryt, 2. typ skladby.

Relevantní části projektové dokumentace stavby:

Příloha č. 7: Relevantní část neoceněného soupisu prací stavby „Dálnice D1 – Modernizace v úseku Mirošovice – Kývalka, úsek 16, EXIT 119 Velký Beranov – EXIT 134 Měřín“

Příloha č. 8: Relevantní část technické zprávy objektu SO 16-101.1_1. stavby „Dálnice D1 – Modernizace v úseku Mirošovice – Kývalka, úsek 16, EXIT 119 Velký Beranov – EXIT 134 Měřín“